



EOHUB

# Les huiles essentielles : applications en agronomie

Marie-Laure Fauconnier  
24/08/2021  
Gembloux

PROMOTED BY:



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



IN PARTNERSHIP WITH:



**LIÈGE université**  
**Gembloux**  
**Agro-Bio Tech**

# Plan

- Historique
- Marché mondial
- Législation
- Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : un bref historique

## Egyptiens

- 4000 JC

Macération  
fleurs dans  
huile

Pas d'HE

## Grecs

-500 JC

1<sup>ère</sup> extraction  
avec **Ambix**

« Etre entre la  
marmite et  
Dieu »

Pas d'HE

## Maria la Juive

-100 JC



Pas d'HE

## Arabo-musulmans

+700 : **Gebir**

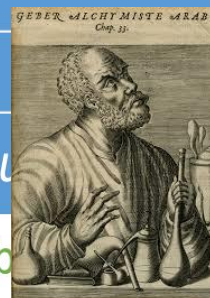
« Tout vient à la Terre  
et tout revient à la  
Terre »

Inventeur

+900 : **Avicenne**

Inventeur **Réfrigérant**

Pas d'HE



## > Moyen Age

16<sup>ième</sup> s :

**Giovanni Della Porta**  
invente le vase florentin

1<sup>ère</sup> **Huile essentielle !**

20<sup>ième</sup> s :

**Clevenger** découvre la  
cohobation

21<sup>ième</sup> s : Micro-ondes

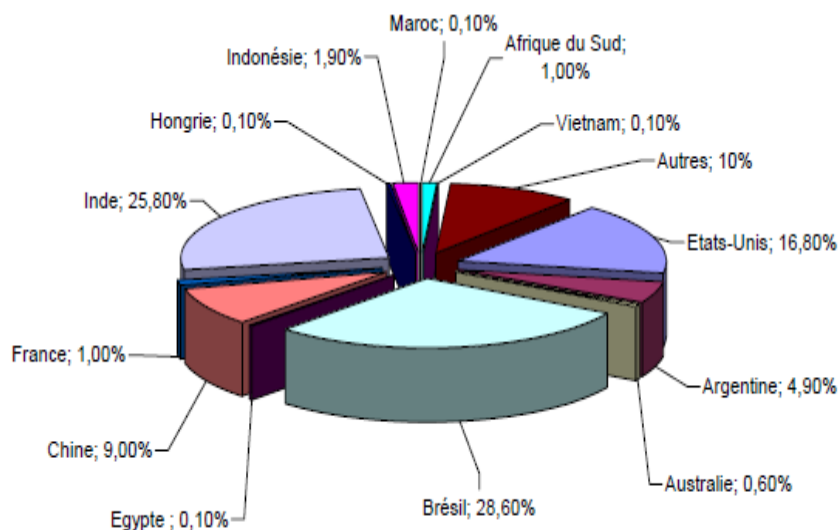




# Plan

- Historique
- ➔ • Marché mondial
- Législation
- Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : Production mondiale



Production Figures of Important Essential Oils (2008)

Essential Oil	Production in Metric Tons (2008)	Main Production Countries
Orange oils	51000	USA, Brasil, Argentina
Cornmint oil	32000	India, China, Argentina
Lemon oils	9200	Argentina, Italy, Spain
Eucalyptus oils	4000	China, India, Australia, South Africa
Peppermint oil	3300	India, USA, China
Clove leaf oil	1800	Indonesia, Madagascar
Citronella oil	1800	China, Sri Lanka
Spearmint oils	1800	USA, China
Cedarwood oils	1650	USA, China
Litsea cubeba oil	1200	China
Patchouli oil	1200	Indonesia, India
Lavandin oil Grosso	1100	France
Corymbia Citriodora	1000	China, Brazil, India, Vietnam

1850-1950 : France, Italie, Espagne, Portugal

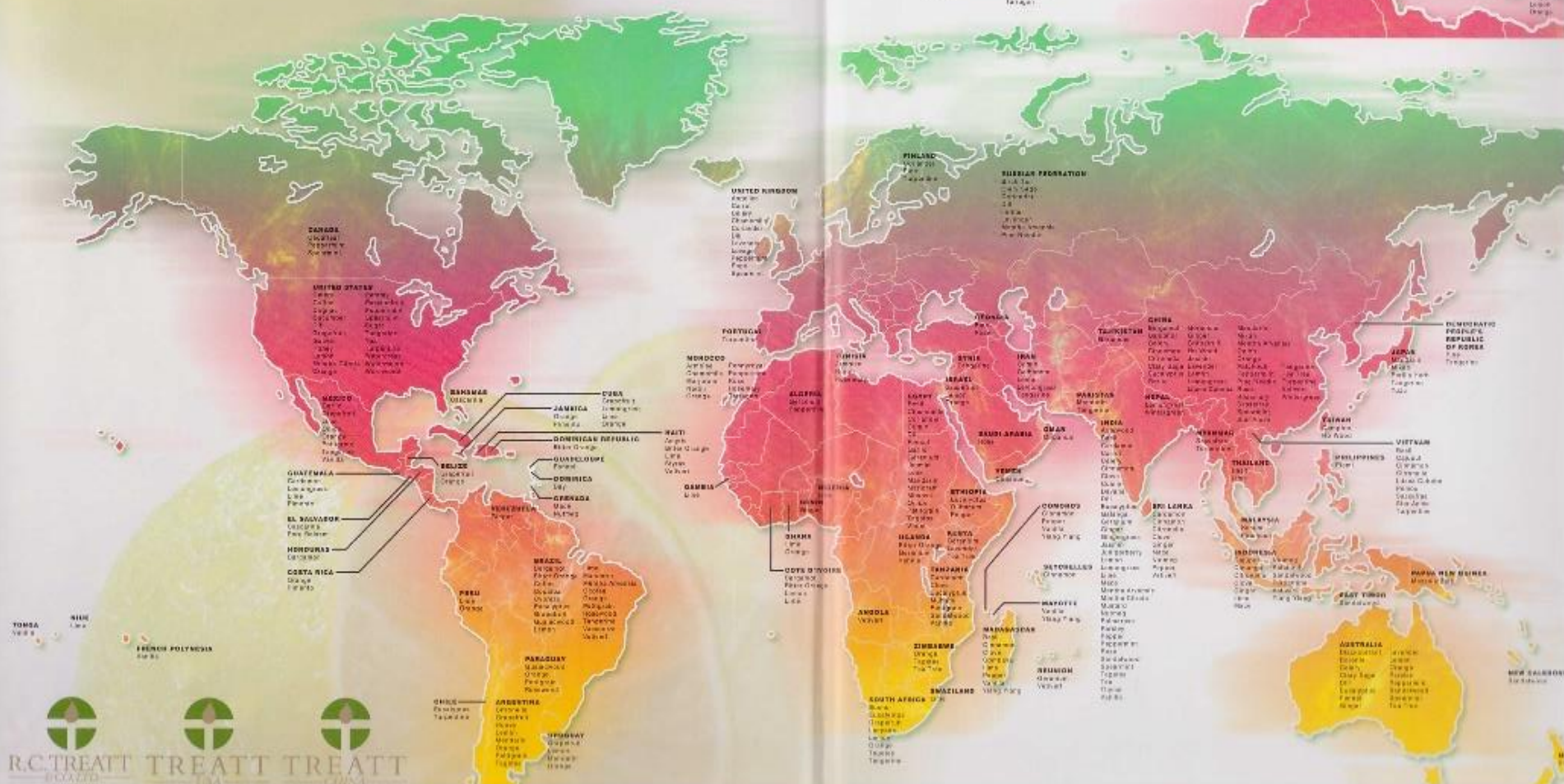
- 1950 : Afrique du Nord
- 1990 : Chine, Inde
- ~2010 : Inde

Source : Handbook of Essential Oil, Science, Technology and Applications edited by K. Husnu Can Baser and G. Buchbauer, chap

# HE: Répartition mondiale

## 3000 plantes, 300 sur le marché

PLC

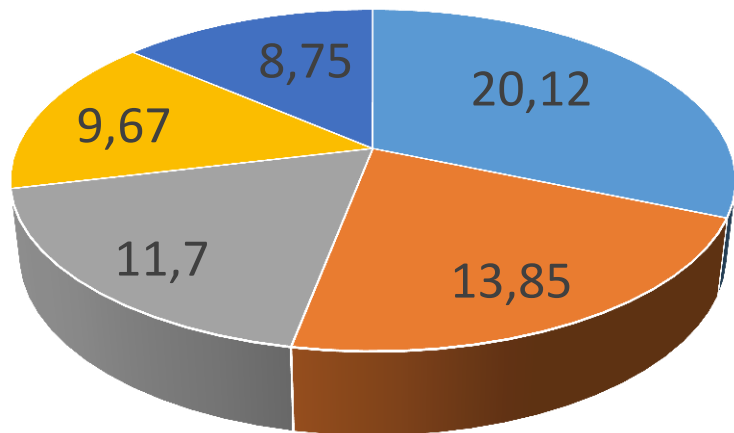


EUROPE DETAIL



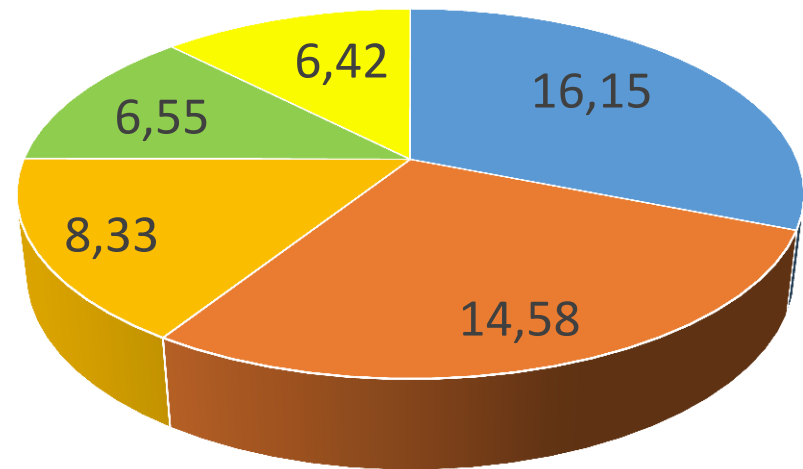
# Huiles essentielles : Import/Export (Top 5 in US\$)

## Exports en 2019 (en milliard USD)



■ France ■ US ■ Allemagne  
■ Singapore ■ Irlande

## Imports en 2019 (en milliard USD)

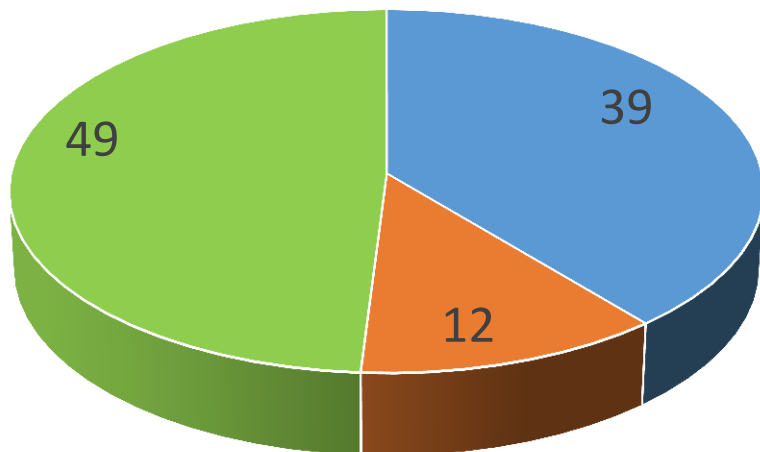


■ Chine ■ US ■ Germany ■ UK ■ France

Source : [UN COMTRADE Database « Essential Oils »](#)

# Huiles essentielles : Répartition par secteur

Répartition (%)



■ Flavors

■ Pharmacy

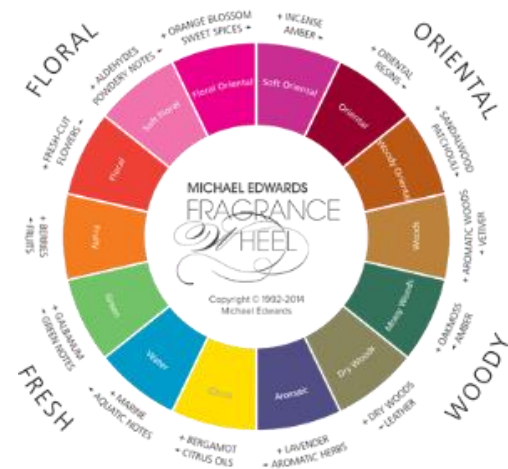
■ Fragrances (Perfumes/Fragrances, Aromatherapy, Hair&Skin care)

## Usages Multiples

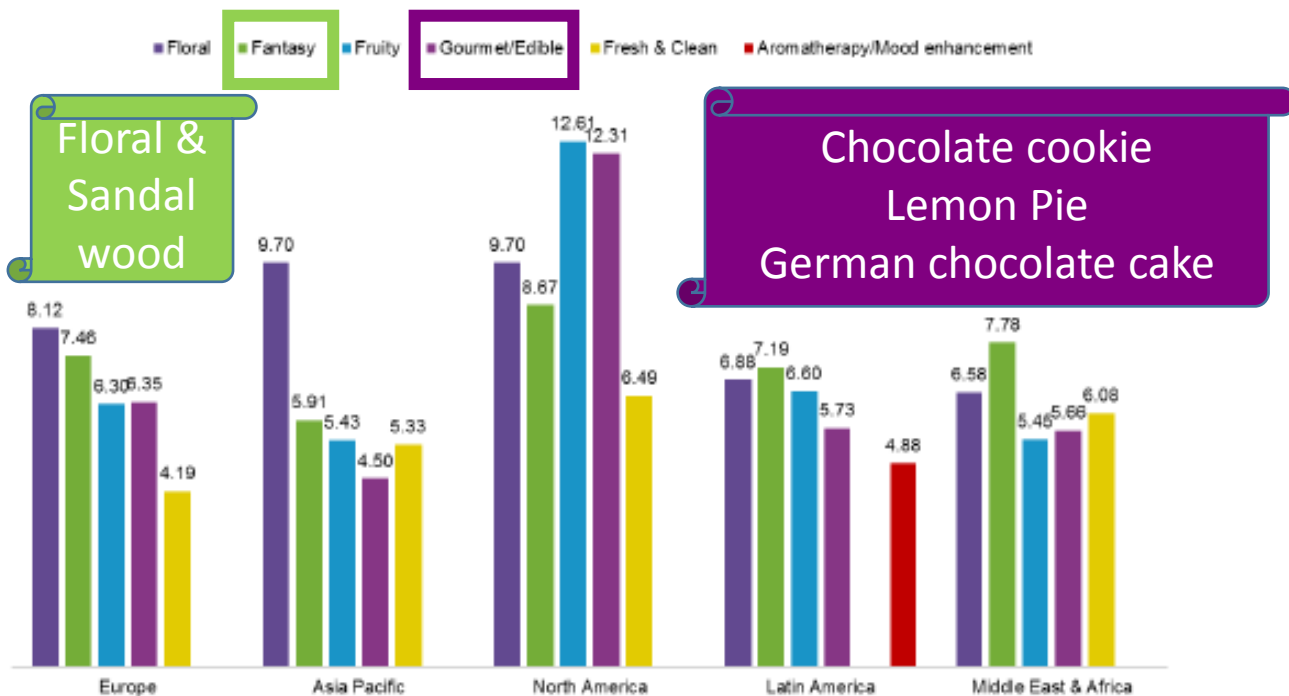
- Cosmétiques & Parfums
- Aromathérapie
- Arômes
- Pharmacie
- Produits ménagers
- Additifs
- Biocides
- Insecticides
- Précurseurs de synthèse



# Huiles essentielles : Tendance olfactive par continent



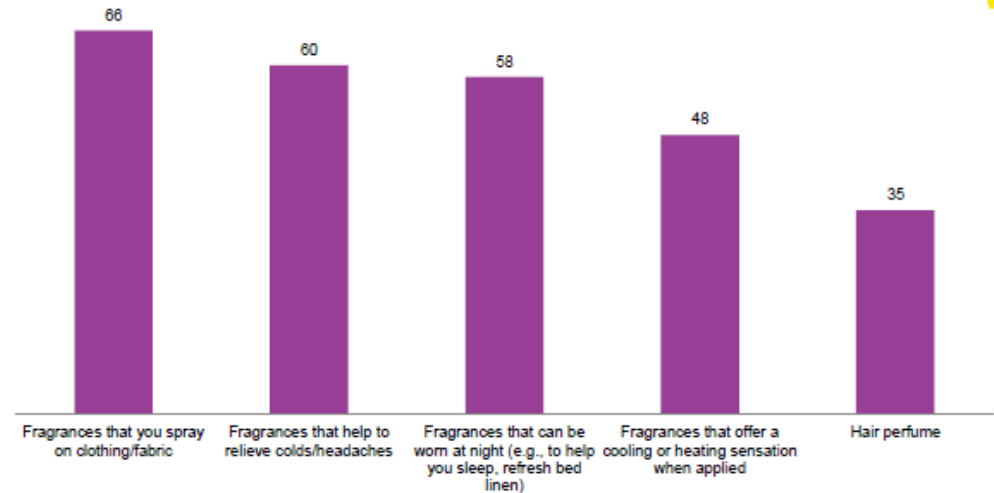
Fragrances of the world



**In Europe and Asia, Floral scents are favoured in personal care products. In NA, the market is driven by Fruity and Gourmet fragrances. In the Middle East and Latin America, the market tends to favour Fantasy fragrances.**

# Huiles essentielles : Nouvelle tendances ?



## FRAGRANCE WITH BENEFITS GATHER EVEN HIGHER INTEREST IN THE US



## SCENT EXTENSIONS INTO LAUNDRY AND FRAGRANCE FOR CLOTHING



**Fragrances for clothes attract the highest consumer interest in the US.  
A third of consumers are interested in hair perfume climbing to 45% of women.**

 **Fragranced Laundry**     **Fine fragrance for clothes**     **Wardrobe scents**



Scentsy Dryer Disk Coconut  
Lemongrass

La Petite Robe Noire  
Mon Eau de Lingerie

Jo Malone Scent Surround  
Hangers

## Vers plus de fonctionnalités

# Plan

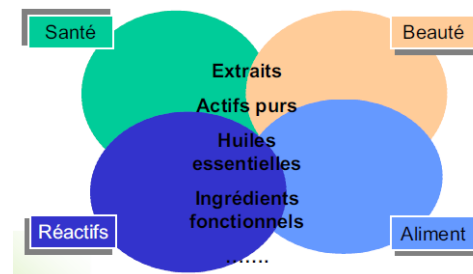
- Historique
- Marché mondial
- ➔ • Législation
- Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : Législation : laquelle ?





# Huiles essentielles : Législation



- Complexe car pas de législation propre aux HE
- Législation HE réglementée par le secteur d'application : Cosmétique, Alimentaire, Médicament, etc
  - Cosmétique : [Regulation \(EC\) N°1223/2009](#)
  - Alimentaire : [Regulation \(EC\) N°1334/2008](#)
  - Médicament : [Directive 2004/24/CE](#)
- Complexe car ces textes de loi peuvent se contredire
- Complexe car beaucoup d'acteurs législatifs directs ou indirects en jeu
- Complexe car se rajoute la législation REACH & CLP
  - *REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*
  - *CLP : Classification, Labelling and Packaging*
- Pas de standardization reconnue à l'échelon EU, il existe néanmoins les [standards de l'IFRA](#), guidé par le RIFM
- Besoin d'harmonisation : collaboration ISO/DEQM/IFRA ([ISO/TC 54](#))

# Huiles essentielles : les nombreux acteurs législatifs

## Parfums & Arômes

- [IFRA](#) (International Fragrances Association)
- [RIFM](#) (Research Institute for Fragrances Materials)
- [IFEAT](#) (International Federation of Essential oils and Aromas trades)
- [EFEO](#) (European Federation of Essential Oil)
- [EFFA](#) (European Flavour Association)
- [IOFI](#) (International Organization of the Flavour Industry)
- [FDA](#) (Food & Drug Administration)
- [EFSA](#) (European Food Safety Authority)

## Textes de loi EU

<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

## Texte de loi FR

<http://www.legifrance.gouv.fr/>

## Cosmétiques

- [Cosmetics Europe Association](#) (anciennement Colipa)
- [EfCI](#) (European Federation for Cosmetic Ingredients)
- [DETIC](#) (Association Belgo-Luxembourgeoise des producteurs et des distributeurs de savons, cosmétiques, détergents, produits d'entretien, d'hygiène et de toilette, colles, produits et matériel connexes)
- [FEBEA](#) (Fédération des Entreprises de la Beauté)

## Normalization

- [AFNOR](#) (Agence Française de Normalisation)
- [CEN](#) (Comité Européen de Normalisation)
- [ISO](#) (International Organization for Standardization)

## Pharmaceutique

- AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé) devenu ANSM
- [ANSM](#) (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé) : section Comité Français de la Pharmacopée « plantes médicinales et huiles essentielles)
- [EDQM](#) (European Directorate for the Quality of Medicine) au sein du Conseil de l'Europe
- [EMA](#) (European Medicines Agency)
- [USP](#) (US Pharmacopeial convention)

## REACH & CLP

- [ECHA](#) (European Chemical Agency)

# Huiles essentielles : ex Contradiction/législation

- Huile Essentielle :

« Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition »

- Cosmétique :

« Les produits cosmétiques sont définis à l'article L. 5131-1 du Code de la santé publique comme « toute substance ou mélange destiné à être mis en contact avec les diverses parties **superficielles** du corps humain, notamment **l'épiderme**, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes, ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles ».

HE ne devrait pas pouvoir être considéré comme ingrédient dans un produit cosmétique car elles passent la **barrière cutanée**

# Huiles essentielles : Toxicité/alimentaire

Liste substances : **interdites** si ajoutées telles quelle dans les  
denrées alimentaires  
(Regulation N°1334/2008 – Annexe III part A)

- Acide agarique
- Aloïne
- Beta-asarone
- Capsaïcine
- Coumarine
- Estragole
- Acide cyanhydrique
- Hypéricine
- Menthofurane
- Méthyl eugénol
- Pulégone
- Quassine
- Safrole
- Teuocrine A
- Thuyone alpha et béta



# Huiles essentielles : Toxicité/alimentaire

Liste substances : **autorisées** si ajoutées par le **biais d'HE** avec restrictions

(Regulation N°1334/2008 – Annexe III part B)

Substances	Exemples d'HE en contenant des quantités importantes	Denrées alimentaires (en mg/kg)	Boissons (en mg/kg)	Exceptions et/ou restrictions spéciales
Aloïne	aloès	0,1	0,1	50 mg/kg dans les boissons alcoolisées.
Bêta asarone	calamus	0,1	0,1	1 mg/kg dans les boissons alcoolisées et les assaisonnements destinés aux biscuits apéritifs (snack foods).
Berberine	argémone mexicaine	0,1	0,1	10 mg/kg dans les boissons alcoolisées.
Coumarine	cannelle de Chine, fève tonka, langue-de-cerf, mélilot, aspérule odorante	2	2	10 mg/kg dans les caramels et les confiseries au caramel. 50 mg/kg dans les gommes à mâcher. 10 mg/kg dans les boissons alcoolisées.
Acide cyanhydrique	amande amère	1	1	50 mg/kg dans les nougats, le massé-pain et ses succédanés, ou produits similaires. 1 mg/kg par % volume d'alcool dans les boissons alcoolisées. 5 mg/kg dans les conserves de fruits à noyau.
Hypéricine	millepertuis	0,1	0,1	10 mg/kg dans les boissons alcoolisées. 1 mg/kg dans la confiserie.
Pulégone	menthe pouliot	25	100	250 mg/kg dans les boissons aromatisées à la menthe. 350 mg/kg dans la confiserie à la menthe.
Quassine	quassia	5	5	10 mg/kg dans la confiserie sous forme de pastilles. 50 mg/kg dans les boissons alcoolisées.
Safron et isosafrol	safran et, dans une moindre mesure, basilic, noix de muscade, sauge, thym	1	1	2 mg/kg dans les boissons alcoolisées titrant jusqu'à 25 % en volume. 5 mg/kg dans les boissons alcoolisées titrant plus de 25 % en volume. 15 mg/kg dans les denrées alimentaires contenant du macis et de la noix de muscade.
Santonine	armoïse de Judée	0,1	0,1	1 mg/kg dans les boissons alcoolisées titrant jusqu'à 25 % en volume.
Thuyone alpha et bêta	sauge et armoïse	0,5	0,5	5 mg/kg dans les boissons alcoolisées titrant jusqu'à 25 % en volume. 10 mg/kg dans les boissons alcoolisées titrant plus de 25 % en volume. 25 mg/kg dans les denrées alimentaires contenant des préparations à base de sauge. 35 mg/kg dans les amers.

Substances	Exemples d'HE en contenant des quantités importantes	Denrées alimentaires (en mg/kg)	Boissons (en mg/kg)	Exceptions et/ou restrictions spéciales
Pulégone	menthe pouliot	25	100	250 mg/kg dans les boissons aromatisées à la menthe. 350 mg/kg dans la confiserie à la menthe.

# Huiles essentielles : Toxicité/cosmétique

- Cosmétique (directive 2003/15/CEE)
  - 26 substances allergènes (mention obligatoire sur étiquette si) ex: linalol
    - > 0,001% dans les produits non rincés (lait corporel, crème visage...)
    - > 0,01% dans les produits rincés (gel douche, shampoing...)
  - 15 substances pouvant se retrouver dans HE
    - Ex : Méthyl eugénol interdit dans les produits cosmétiques sauf

451	Méthyleugénol (n° CAS 93-15-2), sauf présence normale dans les essences naturelles utilisées et sous réserve que la concentration n'excède pas : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,01 % dans les parfums fins ;</li> <li>- 0,004 % dans les eaux de toilette ;</li> <li>- 0,002 % dans les crèmes parfumées ;</li> <li>- 0,001 % dans les produits rincés ;</li> <li>- 0,0002 % dans les autres produits sans rinçage et les produits d'hygiène buccale.</li> </ul>	
-----	--	--

# Plan

- Historique
- Marché mondial
- Législation
- ➔ • Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : Définition

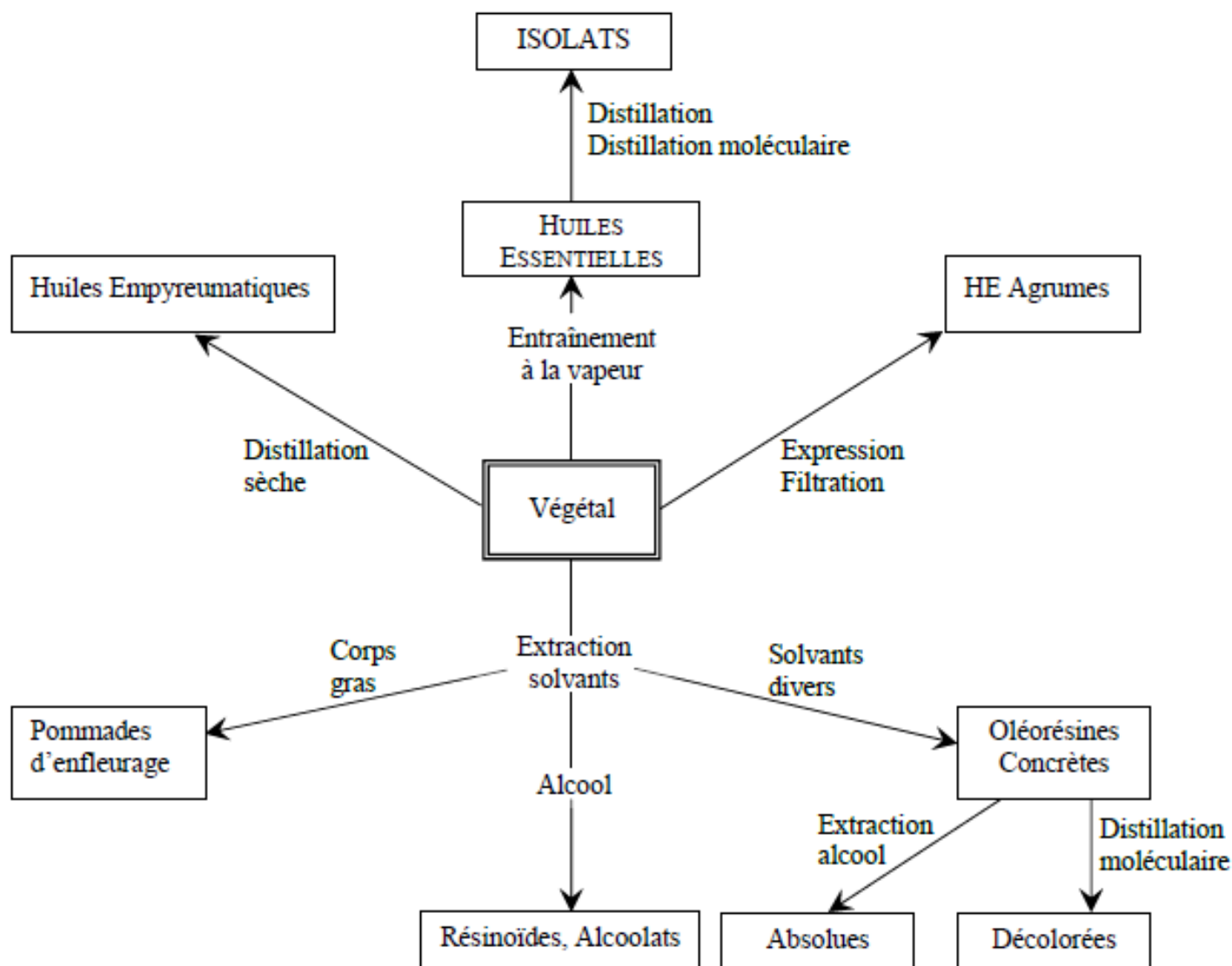
- ISO 9235.2

*« Produit obtenu au départ d'une matière première végétale soit par hydrodistillation ou distillation à la vapeur d'eau, soit par procédé mécanique par pressage de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche »*

*« ...peut avoir subi des traitements physiques (par exemple : re-distillation, aération) qui n'impliquent pas des changements significatifs de la composition de départ »*



# Huiles essentielles : Terminologie

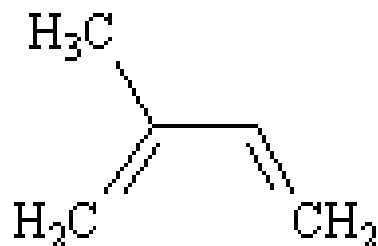


# Huiles essentielles : Composition complexe

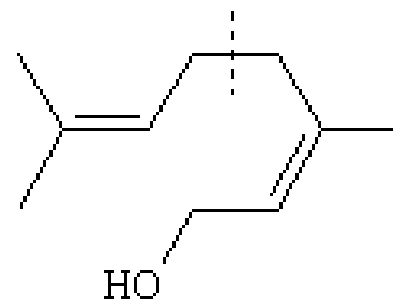
ex: HE lavande plus de 250  
composés

- acides
- alcools
- cétones
- esters
- composés soufrés/azotés

Mais surtout **terpènes** ! Dérivé  
isoprène

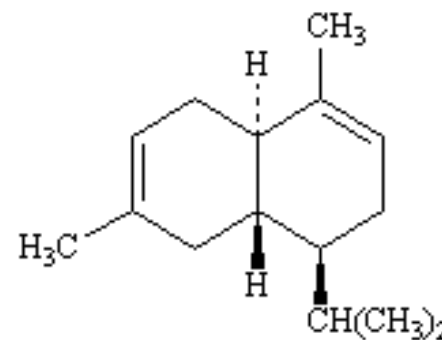


- Monoterpènes (C10)



Très  
volatil

- Sesquiterpènes (C15)



Volatil

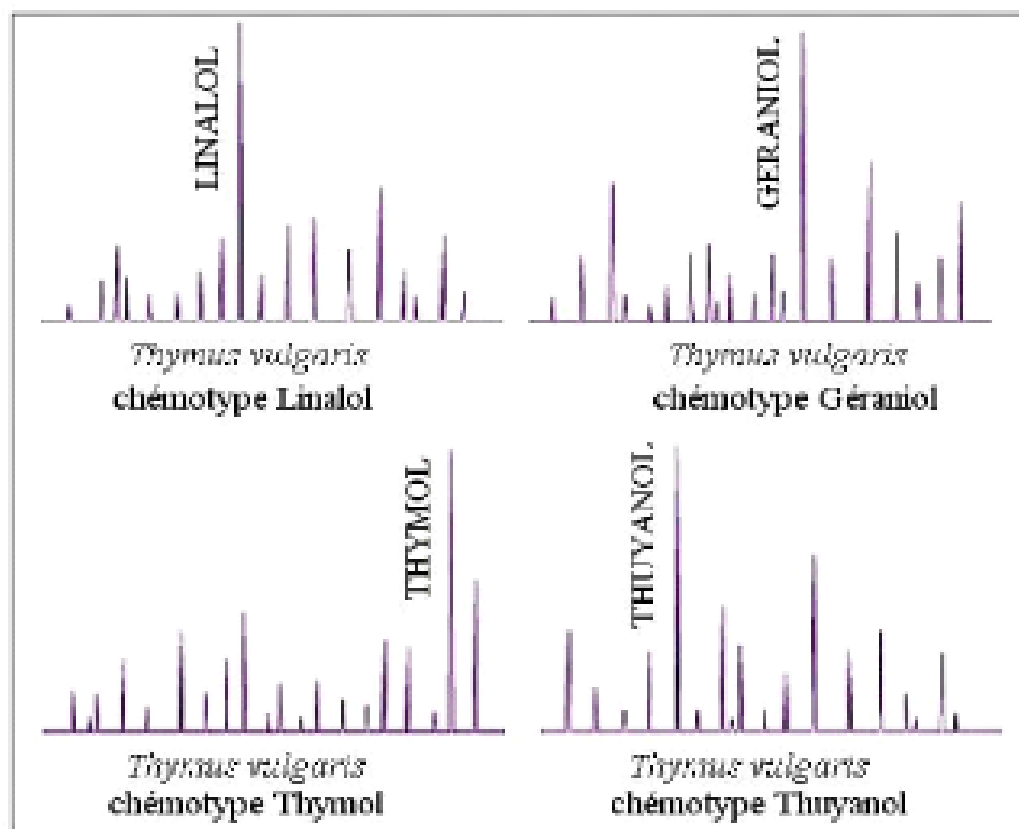
# Huiles essentielles : Chémotype, importance !

Chémotype: même espèce botanique mais composition

≠ Ex : Thym

Plus de 7 chémotypes

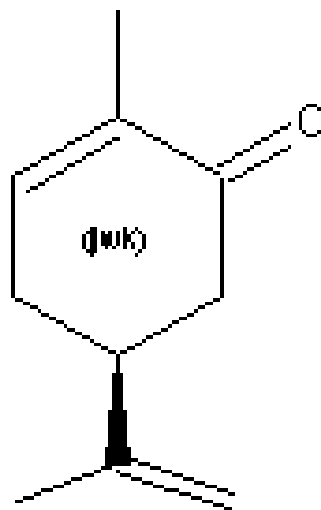
1. Linalol
2. Géraniol
3. Thymol
4. Thujanol
5. Carvacrol
6.  $\alpha$ -terpinéol
7. Hydrate de sabinène



➡ Activité & Toxicité

# Huiles essentielles : Chiralité, facteur essentiel

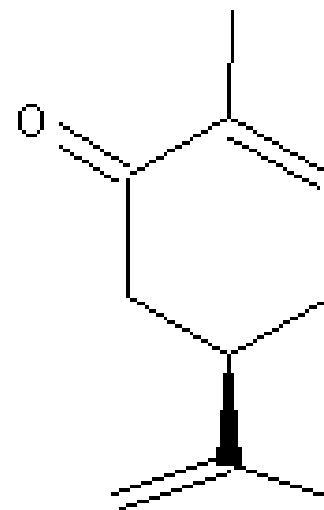
Composés très proches dans leur structure chimique (même masse molaire, ...) donc très difficiles à analyser mais important !!!



(+)-carvone

Graine de carvi

Cumin



(-)-carvone

Menthe verte

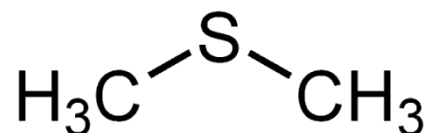
Menthe

**Configuration spatiale détermine l'odeur**



# Huiles essentielles : Rectification

1. Eliminer impuretés : composés peu volatils (phénols à haut poids moléculaire, cires ....)
2. Eliminer odeur indésirable de composés très volatil
  - Composés soufrés : dimethyl sulfide dans HE de menthe poivrée



- Composés azotés
3. Enrichir en un composé particulier  
(ex : HE d'eucalyptus enrichi en 1,8-cinéole)

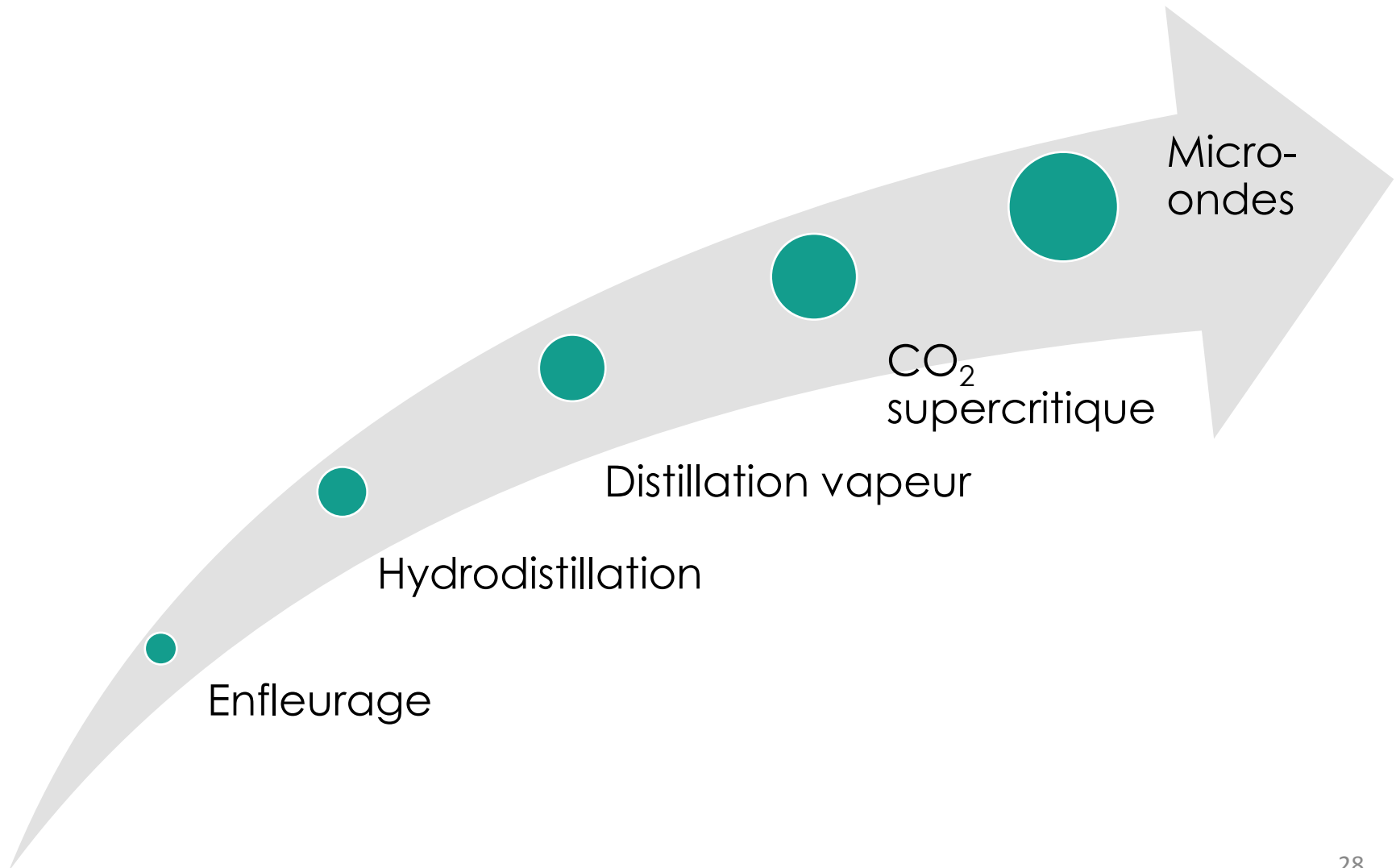
# Huiles essentielles : Critère qualité (AFNOR)

Matières premières végétales	
1	Dénomination Botanique (genre, espèce, sous espèce, variété)
2	Conditions production de la plante (collecte, cultivées: semis/bouturage, origine géographique, conditions récolte, séchage, fragmentation, pesticides, traitements additionels etc)
3	Partie de la plante utilisée (fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits, graines)
4	Précision du chémotype (=race chimique)
5	Identification de la plante ou partie (macroscopique, microscopique, CCM ou CPG, réaction colorées, cendres, teneur en eau)
6	Résidus de pesticides, Nbre de microorganismes
Huiles essentielles	
1	Mode d'obtention (entraînement vapeur d'eau, distillation sèche, expression à froid)
2	Caractères physico-chimiques
3	Identification & analyses chromatographiques
4	Condition de conservation et de stockage

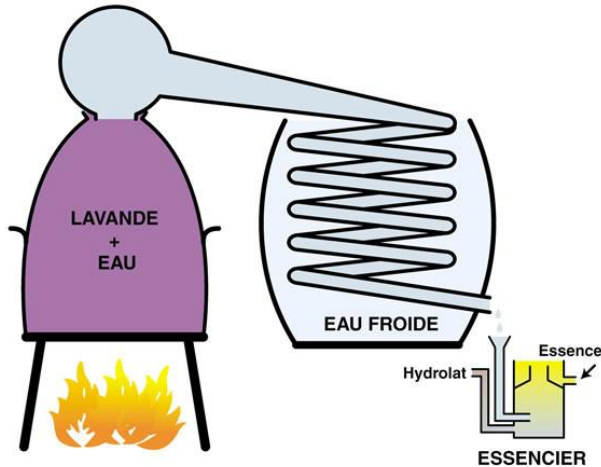
# Plan

- Historique
- Marché mondial
- Législation
- Définition & Composition
- ➔ • Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : Vers une éco-extraction



# Huiles essentielles : Hydrodistillation



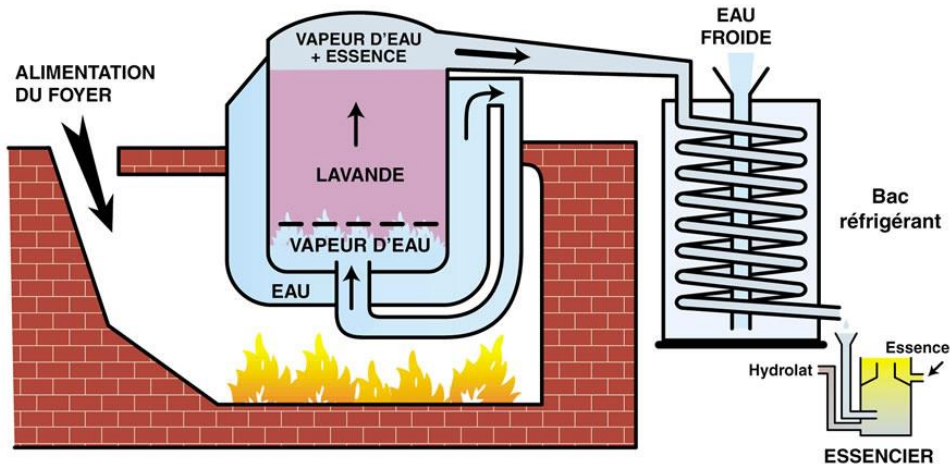
- **Avantage** : simplicité du dispositif
- **Inconvénient** : dégradations (chaleur et eau)

## Attention !

- Si chauffage à feu nu de l'alambic :
  - ✓ Quantité d'eau suffisante
  - ✓ Couche supérieure de la biomasse pas en surchauffe
- Pas de surcharge de l'alambic → mouvement des plantes dans eau (augmentation surface de contact)
- Durée de distillation minimale : réduire réactions chimiques (hydrolyse) et de décomposition



# Huiles essentielles : Distillation à la vapeur



- **Avantages** : meilleur contrôle de la température, isolation thermique du système, moins de dégradations
- **Inconvénients** : plus complexe, plus coûteux

## Attention !

Vapeur à haute température :

- risque de décomposition des constituants de l'HE
- si biomasse sèche → blocage hydrodiffusion de l'HE

car vapeur plus saturée en eau

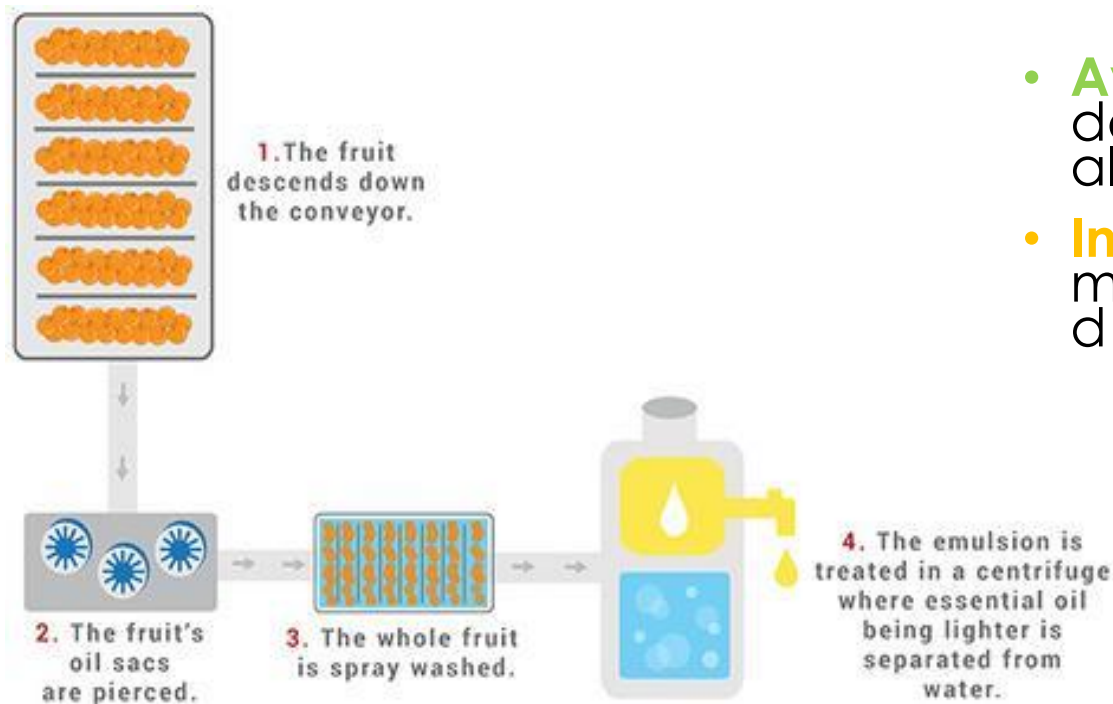
# Huiles essentielles : Distillation à la vapeur en champ



- **Avantages** : Distillation immédiate de l'HE, évite étape séchage, augmente le rendement
- **Inconvénients** : Capacité maximale 1000-1200kg, diminue la qualité de l'HE

Fréquemment utilisé pour l'HE de lavande

# Huiles essentielles : Expression à froid

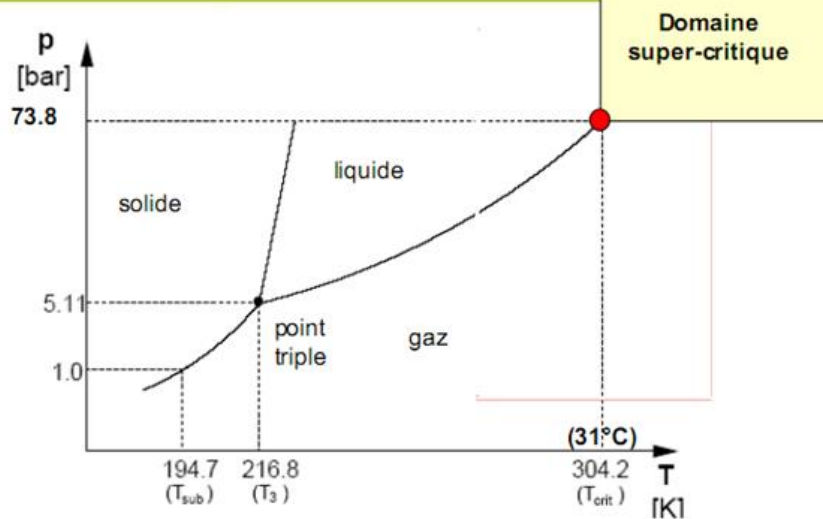


- **Avantages :** Évite une dégradation thermique des aldéhydes de l'HE
- **Inconvénients :** Machine mécanisée demande plus d'investissement

Pour les HE d'agrumes qui sont très sensible à la chaleur

# Huiles essentielles : Extraction CO<sub>2</sub> supercritique

## Les états du CO<sub>2</sub>



Pour  $P > P_c$  et  $T > T_c$ , le CO<sub>2</sub> est à l'état supercritique.

Paris – 19 Mai 2009

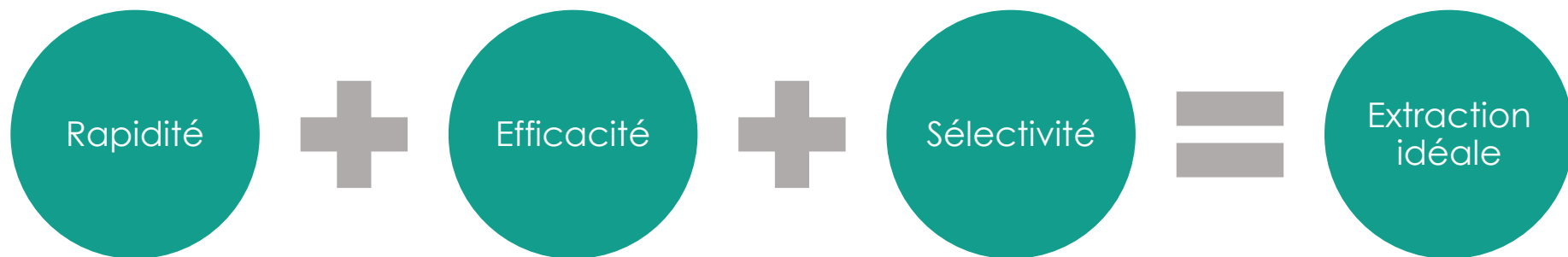
## Principe:

- CO<sub>2</sub> dans des conditions de T & P données (P critique: 73,8 bar et T° critique: 31 °C)
- CO<sub>2</sub> :
  - liquide (bonne capacités d'extraction)
  - gaz (bonne diffusion)

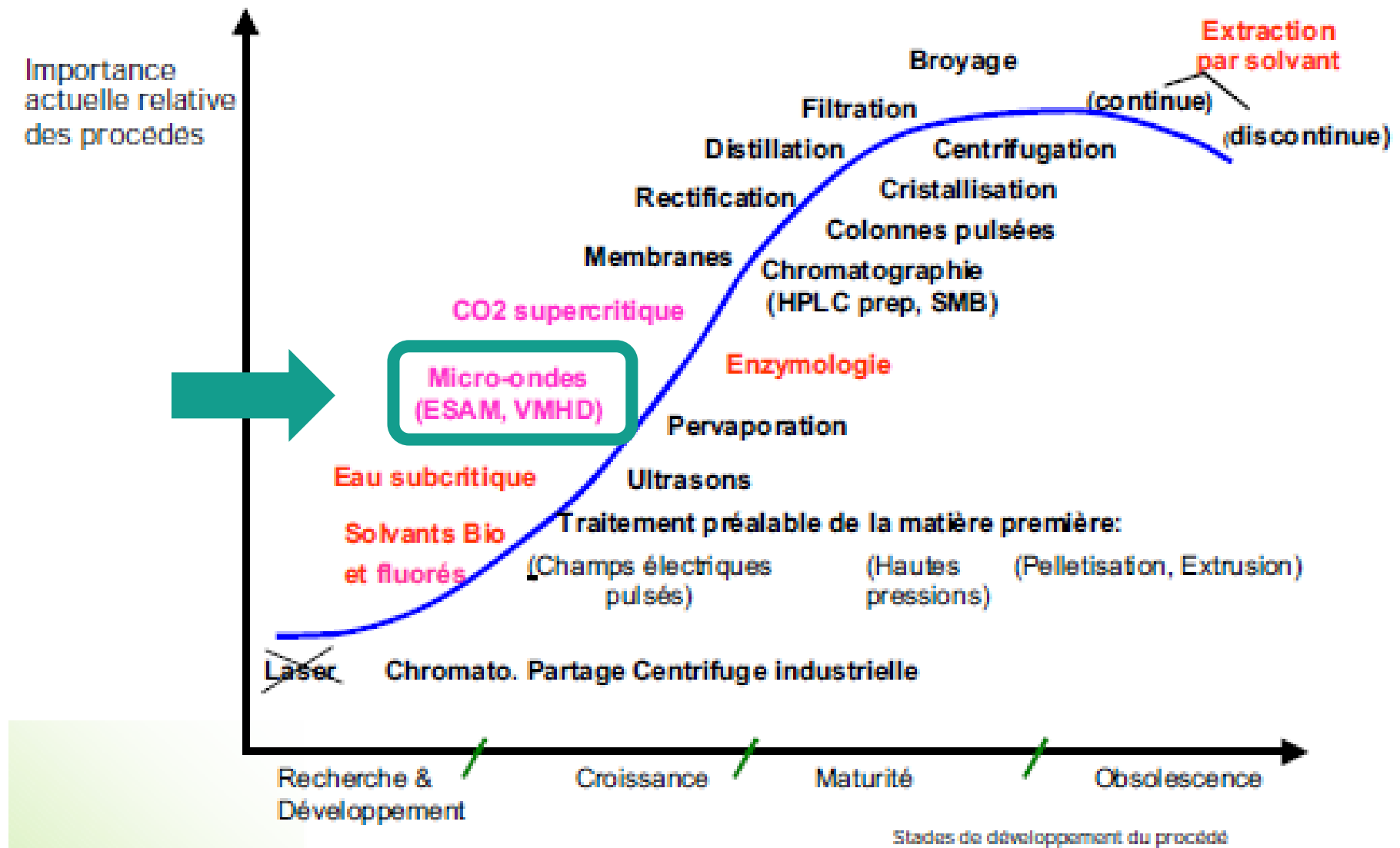
- Application : décaféination du café & arômes à haute valeur ajoutée
- **Avantages** : pas de résidus de solvant, très doux pour molécules fragiles, haute capacités d'extraction, très sélectif
- **Inconvénients** : très coûteux, installations complexes

# Huiles essentielles : Besoin d'alternatives ?

- Perte de certains constituants
- Dégradation de certains composés insaturés par effet T° ou par hydrolyse
- Eco-extraction :
  - Amélioration procédés existants : **turbodistillation**
  - Détournement d'appareils : optimisé mat 1<sup>ère</sup>/énergie : **ultrasons**
  - Innovation méthodologique/technologique : **micro-ondes, CO<sub>2</sub> supercritique...**

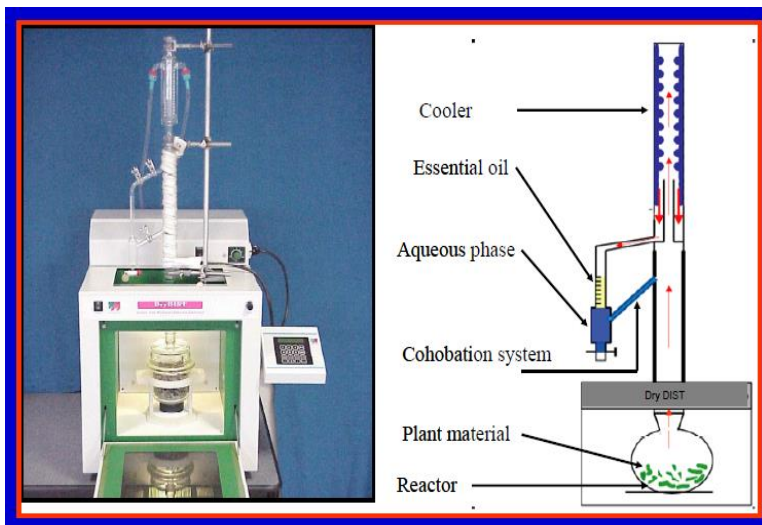


# Huiles essentielles : Cycle de l'extraction/purification



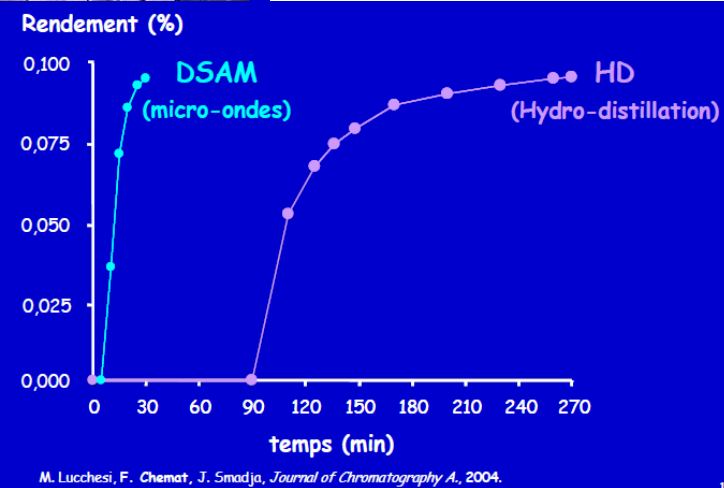


# Huiles essentielles : Micro-onde

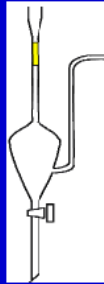
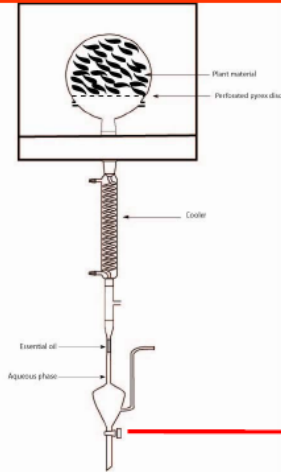


Microwave Assisted  
Distillation (1-5l)

Archimex (10-100l)



# Huiles essentielles : Microwave Hydrodiffusion Gravity (HMG)

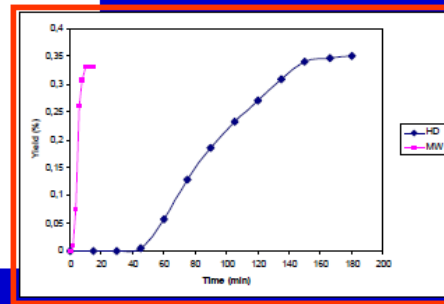


F. Chemat et coll., European Patent 07100935.1, 2008

Application : extraction of essential oil from  
*Rosmarinus officinalis* L.



Compounds	HD (%)	MHG (%)
Monoterpene hydrocarbons	68.56	68.60
Oxygenated Monoterpenes	24.87	28.10
Sesquiterpene hydrocarbons	1.91	1.41
Oxygenated sesquiterpenes	0.26	0.25
Other oxygenated compounds	1.03	1.19
Extraction Time (min.)	180	15
Yield (%)	0.35±0.07	0.33±0.09
Total oxygenated compounds	26.16	29.54
Total non- oxygenated compounds	70.47	70.01



# Plan

- Historique
- Marché mondial
- Législation
- Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- ➔ • **Caractérisation**
- Applications en agronomie

# Huiles essentielles : Critère qualité (AFNOR)

## Caractères Physico-chimiques



## Analyse chromatographique

- ✓ Couleur, aspect, odeur
- ✓ Densité
- ✓ Indice de réfraction
- ✓ Densité relative
- ✓ Pouvoir rotatoire
- ✓ Solubilité dans l'éthanol
- ✓ Résidu d'évaporation
- ✓ Indice d'acide, d'ester, de peroxyde
- ✓ ....

- ✓ Chromatographie sur couche mince (CCM)
- ✓ Chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP)
- ✓ Chromatographie en phase gazeuse (CPG)
- ✓ SURTOUT GC-MS

Emballage, Conditionnement, Stockage HE (cf AFNOR NF T75-001, 1996) et marquage HE (cf norme NF 75-002, 1996)

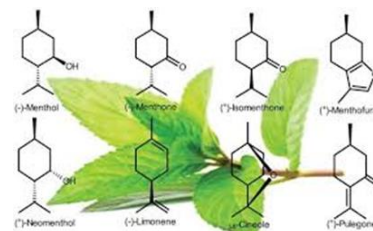
# Plan

- Historique
- Marché mondial
- Législation
- Définition & Composition
- Méthodes d'Extraction
- Caractérisation
- ➔ • Applications en agronomie

# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

Utilisation conventionnelle HE:

- Aliments
  - Boissons
  - Cosmétique/parfum
  - Aromathérapie
- 
- Plus récemment nombreuses applications en agronomie (biocide)
    - Insecticide (GS 106 000)
    - Herbicide (GS 56 600)
    - Bactéricide-fongicide (GS 68 200)
    - Acaricide-nématicide (GS 25 000)
- 
- Mais aussi anti-germinatif, virucide, augmentation de la qualité microbiologique des sol, traitement des maladies post-récolte, augmentation des durées de conservation





# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

## HE comme insecticide:

- HE utilisées seules ou en mélange (synergie, effet additif)
  - Anti-appétant, répulsif, toxicité aigüe (ingestion, inhalation, application topique)
- ➔ Insectes des denrées stockées, insectes causant des dégâts aux cultures, insectes ravageurs des forêts, insectes domestiques



Article

### Insecticidal Activity of 25 Essential Oils on the Stored Product Pest, *Sitophilus granarius*

Sébastien Demeter <sup>1,\*</sup>, Olivier Lebbe <sup>1</sup>, Florence Hecq <sup>1</sup>, Stamatios C. Nicolis <sup>2</sup>, Thierry Kenne Kemene <sup>3</sup>, Henri Martin <sup>3</sup>, Marie-Laure Fauconnier <sup>3</sup> and Thierry Hance <sup>1</sup>

# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

Les HE en tant qu'herbicides : le désherbage dans le contexte du remplacement du glyphosate

- De nombreux HE ont une activité herbicide (totale ou sélective et/ou antigerminative)

**TABLE 24.6**  
**Essential Oils that can be Used in Weed Control**

Name Family	Constituents	Notes	Source
<i>Achillea</i> sp. Asteraceae	Camphor, 1,8-cineole, piperitone, borneol, $\alpha$ -terpineol	Inhibitory effect on germination and seedling growth of <i>A. retroflexus</i> , <i>C. arvensis</i> , and <i>L. serriola</i>	Kordali et al. (2009)
<i>Ageratum conyzoides</i> L. Asteraceae	Precocene I and II, $\beta$ -caryophyllene, $\gamma$ -bisabolene, fenchyl acetate	Causes phytotoxic effects on radish, mungbean, and tomatoes	Kong et al. (1999); Plant Encyclopedia (2012)
<i>Anisomeles indica</i> L. Lamiaceae	Isobornyl-acetate, isothujone, nerolidol, camphene, eugenol	Herbicide against <i>P. minor</i> , positive effects on growth of wheat	Batish et al. (2007b); Ushir et al. (2010)
<i>Artemisia scoparia</i> Waldest et Kit. Asteraceae	<i>p</i> -Cymene, $\beta$ -myrcene, (+)-limonene		Kaur et al. (2010)
<i>Callicarpa japonica</i> Thunb. Verbenaceae	Spathulenol, germacrene B, viridiflorol, globulol	Toxic to <i>A. stolonifera</i> , but had no such effect on lettuce	Kobaisy et al. (2002)
<i>Carum carvi</i> L. Apiaceae	D-Carvone, limonene	Inhibits germination of <i>A. retroflexus</i> , <i>C. salsotitalis</i> , <i>S. arvensis</i> , <i>S. oleraceus</i> , <i>R. raphanistrum</i> and <i>R. nepalensis</i> and <i>A. pallida</i>	Teuscher et al. (2004); Azirek et al. (2008); de Almeida et al. (2010)
<i>Coriandrum sativum</i> L. Apiaceae	Linalol, $\alpha$ -terpinylacetate, 1,8-cineole, linalylacetate	Effective against <i>C. salsotitalis</i> , <i>S. arvensis</i> , <i>S. oleraceus</i> , <i>R. raphanistrum</i> , and <i>R. nepalensis</i>	
<i>Cymbopogon</i> sp. Poaceae	Citronellal, geraniol, citronellol, citral, limonene		
<i>Eucalyptus</i> sp. Myrtaceae	1,8-Cineole, limonene, $\alpha$ -pinene, citronellal, citronellol, linalool, $\alpha$ -terpinene		
<i>Foeniculum vulgare</i> L. Apiaceae	Anethol, fenchone, estragol	Reduces germination rate (under 25%) of <i>C. salsotitalis</i> , <i>S. arvensis</i> and <i>R. raphanistrum</i>	
<i>Hibiscus cannabinus</i> L. Malvaceae	$\alpha$ -Terpineol, myrtenol, limonene, <i>trans</i> -carveol and $\gamma$ -eudesmol	Controls various weeds e.g., <i>A. retroflexus</i> and <i>L. multiflorum</i> , at higher concentration effective against	

94

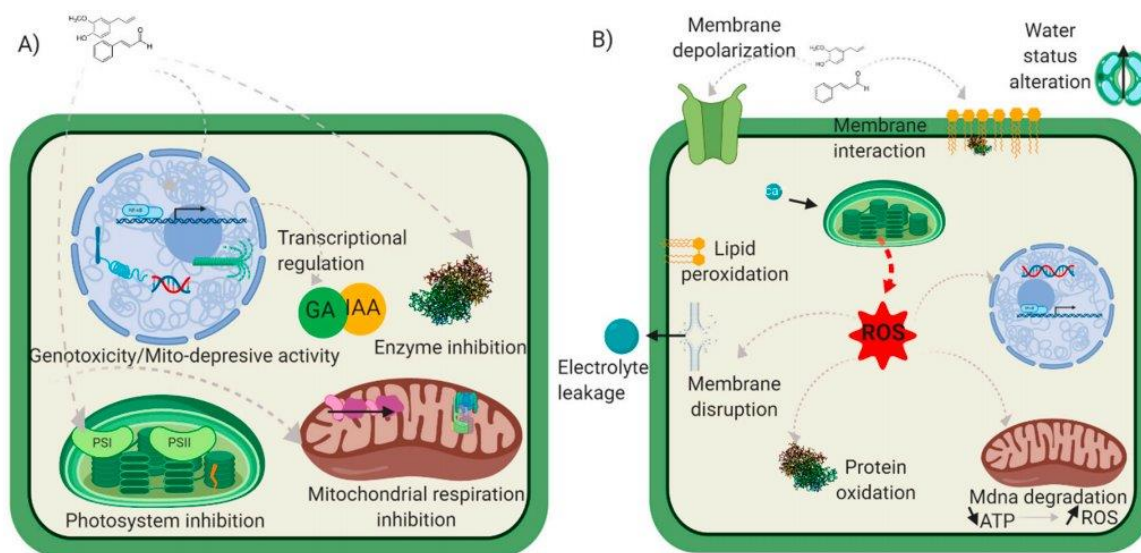
Handbook c

Handbook of essential  
oils CRC press ED.

# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

HE comme herbicide : le désherbage dans le contexte du remplacement du glyphosate

Faible persistance, modes d'action multiples (moins de résistance)



Review

**Phytotoxicity of Essential Oils: Opportunities and Constraints for the Development of Biopesticides. A Review**

Pierre-Yves Werrie <sup>1,\*</sup>, Bastien Durenne <sup>2</sup>, Pierre Delaplace <sup>3</sup> and Marie-Laure Fauconnier <sup>1</sup>

# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

- HE comme bactéricide/fongicide
- Bactéricide : activité contre les Gram + et les Gram -, divers modes d'action.
- Fongicide mais aussi fongistatique



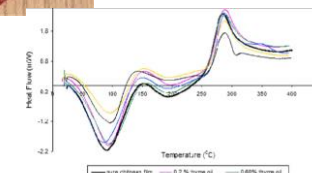
Article

## Screening of Antifungal and Antibacterial Activity of 90 Commercial Essential Oils against 10 Pathogens of Agronomical Importance

Caroline De Clerck <sup>1,\*</sup>, Simon Dal Maso <sup>1,†</sup>, Olivier Parisi <sup>1</sup>, Frédéric Dresen <sup>1</sup>, Abdesselam Zhiri <sup>2</sup> and M. Haissam Jijakli <sup>1,\*</sup>

# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

- Acaricide : Bons résultats de l'HE de *Deverra scoparia* sur *Tetranychus urticae* (araignée rouge). Répulsif, mortalité directe, réduction de la fécondité.
- Nématicide : effet du limonène contenant de l'HE et beaucoup d'autres sur les nématodes.
- Virucide : virus de la mosaïque du tabac (HE de limonène)
- Agent anti-germination (pommes de terre, HE riches en carvone)
- Amélioration de la microbiologie du sol : biodégradation mais source de nutriments pour les micro-organismes du sol.
- Maladies post-récolte : bactéries, champignons.
- Augmentation de la durée de vie : emballage innovant (film de thym comestible)





# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

## - Avantages et contraintes

### Avantages :

- effets secondaires réduits (humains, organismes non ciblés, environnement)
- faible persistance
- mode d'action multiple (moins de résistance)
- Bonne acceptabilité par les consommateurs

### Contraintes :

- Saveur
- variabilité (composition) → normalisation
- phytotoxicité
- volatilité (encapsulation + nouveau mode d'injection)
- Coût (uniquement pour les cultures à haute valeur ajoutée ?)
- Durabilité de la ressource
- Aspects réglementaires (USA versus UE)



Review

#### Phytotoxicity of Essential Oils: Opportunities and Constraints for the Development of Biopesticides. A Review

Pierre-Yves Werrie<sup>1,\*</sup>, Bastien Durenne<sup>2</sup>, Pierre Delaplace<sup>3</sup> and Marie-Laure Fauconnier<sup>1</sup>



Review

#### Encapsulation of Essential Oils for the Development of Biosourced Pesticides with Controlled Release: A Review

Chloé Maes<sup>1,2,3,\*</sup>, Sandrine Bouquillon<sup>1,3,†</sup> and Marie-Laure Fauconnier<sup>2,3,†</sup>



ORIGINAL RESEARCH  
published: 09 April 2021  
doi: 10.3389/fpls.2021.650132

#### Biopesticide Trunk Injection Into Apple Trees: A Proof of Concept for the Systemic Movement of Mint and Cinnamon Essential Oils

Pierre-Yves Werrie<sup>1\*</sup>, Clément Burgeon<sup>1†</sup>, Guillaume Jean Le Goff<sup>2</sup>, Thierry Hance<sup>2</sup> and Marie-Laure Fauconnier<sup>1</sup>



# Les huiles essentielles en agronomie, quoi de neuf ?

## Défis: et après ...

- Test *in vitro* → *in vivo*
- Conditions contrôlées versus conditions de terrain
- Compréhension du mode d'action (relation structure-activité)
- Formulation innovante
- Exploration de nouvelles HE



Article

### Insights into the Relationships Between Herbicide Activities, Molecular Structure and Membrane Interaction of Cinnamon and Citronella Essential Oils Components

Laurence Lins <sup>1,\*</sup>, Simon Dal Maso <sup>2</sup>, Berenice Foncoux <sup>1</sup>, Anouar Kamili <sup>1</sup>, Yoann Laurin <sup>1</sup>, Manon Genva <sup>3</sup>, M. Haissam Jijakli <sup>2</sup>, Caroline De Clerck <sup>2</sup>, Marie Laure Fauconnier <sup>3,†</sup> and Magali Deleu <sup>1,†</sup>

Journal of Pest Science  
https://doi.org/10.1007/s10340-021-01381-4

ORIGINAL PAPER



### The modes of action of *Mentha arvensis* essential oil on the granary weevil *Sitophilus granarius* revealed by a label-free quantitative proteomic analysis

François Renoz <sup>1</sup>, Sébastien Demeter <sup>1</sup>, Hervé Degand <sup>2</sup>, Stamatios C. Nicolis <sup>3</sup>, Olivier Lebbe <sup>1</sup>, Henri Martin <sup>4</sup>, Jean-Louis Deneubourg <sup>3</sup>, Marie-Laure Fauconnier <sup>4</sup>, Pierre Morsomme <sup>2</sup>, Thierry Hance <sup>1</sup>



Article

### Use of New Glycerol-Based Dendrimers for Essential Oils Encapsulation: Optimization of Stirring Time and Rate Using a Plackett–Burman Design and a Surface Response Methodology

Chloé Maes <sup>1,2,\*</sup>, Yves Brostaux <sup>1</sup>, Sandrine Bouquillon <sup>1,†</sup> and Marie-Laure Fauconnier <sup>1,†</sup>



Article

### Seasonal Effect on the Chemical Composition, Insecticidal Properties and Other Biological Activities of *Zanthoxylum lepreurii* Guill. & Perr. Essential Oils

Evelyn Amenan Tanoh <sup>1,2,\*</sup>, Guy Blanchard Boué <sup>1</sup>, Fatimata Nea <sup>1,2</sup>, Manon Genva <sup>2</sup>, Esse Leon Wognin <sup>3</sup>, Allison Ledoux <sup>4</sup>, Henri Martin <sup>2</sup>, Zannah Felix Tonzibo <sup>1</sup>, Michel Frederich <sup>4</sup> and Marie-Laure Fauconnier <sup>2,†</sup>



EOHUB

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



More information  
[www.eohubbio.eu](http://www.eohubbio.eu)

